

공개특허특 2000-0010900

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁸

(11) 공개번호 특2000-0010900

H04N 7/00

(43) 공개일자 2000년 02월 25일

(21) 출원번호	10-1998-0709047		
(22) 출원일자	1998년 11월 10일		
변역문제출일자	1998년 11월 10일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1997/07331	(87) 국제공개번호	WO 1997/43854
(86) 국제출원출원일자	1997년 04월 30일	(87) 국제공개일자	1997년 11월 20일
(81) 지정국	EA 유라시아특허 : 러시아		
	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴		
	국내특허 : 아일랜드 브라질 캐나다 중국 일본 대한민국 멕시코		
(30) 우선권주장	08/644,903 1986년 05월 10일 미국(US)		
(71) 출원인	더 트러스티스 오브 컬럼비아 유니버시티 인 더 시티 오브 뉴욕 그라노 워츠 팩 엠.		
	미국 뉴욕주 10027, 뉴욕 웨스트 116번가 브로드웨이		
(72) 발명자	나야르 쉬리 케이.		
	미합중국 뉴욕주 10027 뉴욕 리버사이드 드라이브 560 어파트먼트 15D.		
(74) 대리인	김원호, 송만호		

심사청구 : 없음

(54) 전방향성 결상 장치

요약

하나의 관측 지점에서 대체로 반구형인 장면의 이미지를 감지하기 위한 전방향성 결상 장치(130)는 대체로 반구형인 장면의 이미지를 정사영으로 반사하도록 배치된 대체로 포물면 모양의 절단된 볼록 반사경(135)과 정사영으로 반사된 이미지를 수신하도록 배치된 이미지 센서(110)를 포함한다. 하나의 관측 지점에서 보이는 것 같이 대체로 반구형인 장면의 이미지를 투영하기 위한 전방향성 이미지 투영 장치는 이미지로 변환된 평행 광선을 투영하는 수단과 반구형인 장면을 투영하기 위하여 이미지로 변환된 평행 광선을 정사영으로 반사하도록 배치된 대체로 포물면 모양의 절단된 볼록 반사경을 포함한다.

도표도

도 1a

명세서

기술분야

본 발명은 전방향 이미지(image) 감지와 하나의 관측 지점에 관한 투영에 관한 것으로, 특히 대체로 포물면 모양의 절단된 볼록 반사체를 사용하는 이미지 감지와 투영에 관한 것이다.

배경기술

감시, 원격지간 회의, 원격 감지, 사진 측량, 모델 습득(model acquisition), 가상 현실, 컴퓨터 그래픽, 기계 시력 그리고 로봇 공학 등과 같은 많은 응용 분야에서, 결상(imaging) 시스템이 결상 시스템 주변 상황에 대하여 되도록 많은 정보를 얻기 위하여 넓은 시야를 가지는 것이 바람직하다.

일반적인 결상 시스템은 이미지를 원근 투영하는 렌즈를 가지는 카메라를 포함한다. 그러나, 매우 넓은 광각 렌즈를 가지는 카메라도 한정된 시야를 가진다(즉, 완전한 반구보다 작은 시야를 가진다). 이와 같이 한정된 시야는 전체 결상 시스템을 그 투영 중심에 대하여 경사를 주거나 상하좌우로 이동시킴으로써 확대할 수 있다. 그런 시스템 중 하나가 S.E. Chen의 'Quicktime VR - An Image-Based Approach to Virtual Environment Navigation', Proc. of SIGGRAPH 95, (8):29-38, August(1995)에 기재되어 있다. L. Mcmillan과 G. Bishop의 저서인 'Plenoptic Modeling: An Image-Based Rendering System', Computer Graphics: Proc. of SIGGRAPH, August 1995, pp. 39-46에도 일반적인 팬-틸트 시스템(pan-and-tilt system)이 기재되어 있다. 이 형태의 시스템은 두 가지 중요한 결점을 가지고 있는데, 첫째는 중요한 이동부를 가지는 장치와 관련되어 명백하게 불리하다는 것이고, 둘째는 주변 상황을 보기 위하여 완전히 회전하는데 상당한 시간이 필요하다는 것이다. 이러한 시간 제한으로 인하여 그러한 장치는 리얼타임(real-time) 응용 분야에 적합하지 않다.

결상 시스템에서 시야를 증가시키기 위한 다른 시도가 E.L. Hall et al.의 'Omnidirectional Viewing

Using a Fish Eye Lens', SPIE Vol. 728 Optics, Illumination, and Image Sensing for Machine Vision (1986), p. 250에 개시되어 있는 것과 같은 소위 '어안(fish eye)'을 사용함으로써 행해진다. 어안 렌즈는 매우 짧은 초점 거리를 가지기 때문에, 시야가 반구와 같을 정도로 넓을 수가 있다. 그러나, 어안 렌즈가 일반적인 렌즈에 비하여 매우 크고 더 복잡하다는 점에서, 결상 시스템에서 그러한 렌즈의 사용이 문제가 된다. 게다가, 관련 장면의 모든 지점에 대하여 고정된 관측 지점을 가지는 어안 렌즈를 개발하는 것은 어렵다. Zimmerman의 미국 특허 번호 5,187,667와, Kuban et al.의 미국 특허 번호 5,359,363는 일반적인 팬과 톨트 메커니즘을 대신하는 어안 렌즈의 사용에 관하여 지시되어 있고, 따라서 상기와 같은 점에서 불리하다.

다른 종래 기술의 장치는 시야를 증가시키기 위하여 반사 표면을 사용한다. 그러한 종래 기술 장치 중 하나는 V.S. Nalwa의 'A True Omni Directional Viewer', ATT Bell Laboratories Technical Memorandum, BL0115500-960115-01, Jan. 1996에 개시되어 있다. Nalwa는 반구형 장면의 50° 밴드(band)의 360° 파노라마식 이미지를 얻기 위하여 다수의 전하 결합 소자(CCD: Charge Coupled Device)와 함께 다수의 평면 반사면의 사용에 대하여 개시하고 있다. 특히, Nalwa에서, 4개의 평면경이 피라미드 형태로 배열되어 있고, 4개의 평면 반사면 위에 각각 하나의 카메라가 놓여 있고, 각 카메라는 50°의 반구형 장면을 90°보다 조금 더 넓게 본다. 이러한 시스템은 반구형 이미지를 얻기 위하여 다수의 센서가 필요하다는 결점을 가지고 있다. 게다가, 이러한 시스템은 분리된 이미지가 완전한 360° 시야를 제공하기 위하여 결합될 때 '경계'에서의 왜곡과 관련된 근본적인 문제를 가지고 있다.

곡선 모양의 반사 표면 또한 이미지 센서와 함께 사용된다. 그러나, 원근 투영에 있어서, 하나의 관측 지점에서 보이는 장면의 이미지를 형성하는 반사 표면만이 렌즈와 상기 관측 지점 사이의 선분의 중심을, 선분의 수직 방향으로, 지나가는 평면이라는 것은 종래 기술에서 잘 알려져 있다. 따라서, 곡선 모양의 표면은 반드시 다수의 관측 지점을 가져야 할 것이다. Yagi et al.의 'Evaluating Effectivity of Map Generation by Tracking Vertical Edges in Omnidirectional Image Sequence', IEEE International Conference on Robotics and Automation, June 1995, p. 2334와 Yagi et al.의 'Map-Based Navigation for a Mobile Robot With Omnidirectional Image Sensor COPIS', IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. 11, No. 5, Oct. 1995는 모두 주변 상황으로부터 이미지를 모으기 위하여 원뿔형 반사 표면을 사용하고, 이동 로봇의 항해를 안내하기 위하여 정보를 처리하는 원뿔형 투영 이미지 센서(COPIS: Conical Projection Image Sensor)를 개시하고 있다. 비록 원뿔형 투영 이미지 센서가 360°로 볼 수 있도록 하지만, 원뿔형 거울의 꼭지점 각과 카메라 렌즈의 시야각에 의하여 시야가 한정되기 때문에 원뿔형 투영 이미지 센서는 진정한 전방향성 이미지 센서가 아니다. 더욱이, 상기한 바와 같이, 곡선 모양의 표면에서 벗어난 반사가 원뿔에 대한 관측 지점의 개적이 원인 다수의 관측 지점에 도달한다. 다수의 관측 지점은 상당한 왜곡을 발생하고 복잡한 처리와 하나의 관측 지점에서 보이는 것과 같이 장면을 재구성하기 위한 상의 변경을 필요로 한다.

Yamazawa et al.의 'Obstacle Detection With Omnidirectional Image Sensor HyperOmni Vision', IEEE International Conference on Robotics and Automation, Oct. 1995, p. 1062는 원뿔형 표면 대신에 쌍곡면의 반사 표면의 사용을 포함하는 원뿔형 투영 이미지 센서 시스템에서의 개선을 개시하고 있다. 거기에 기재되어 있는 바와 같이, 쌍곡면의 표면을 벗어나서 반사되는 광선이 시작점이 어디인지에 상관없이 하나의 지점에 모두 집중될 것이고, 따라서 원근법에 의한 관측이 가능하다. 비록 완전한 원근법에 의한 이미지 감지가 가능하다는 점에서 쌍곡면 거울의 사용이 유리하더라도, 반사된 이미지를 구성하는 광선이 반사체의 초점에 집중되기 때문에, 반사 표면에 관련된 센서의 위치가 중요하고, 어떠한 방해로 인하여 이미지의 질이 떨어질 것이다. 게다가, 원근-투영 모델의 사용은 본래 센서와 거울 사이의 거리가 증가함에 따라 거울의 단면이 증가하여야 한다는 것을 필요로 한다. 그러므로, 거울을 적당한 크기로 유지하기 위하여 거울이 센서에 가깝게 위치하여야 한다는 실제적인 고려가 필요하다. 이것은 차례로 이미지 센서 광학의 설계에 관하여 발생하는 복잡한 문제의 원인이 된다. 게다가, 감지된 이미지를 사용할 수 있는 좌표로 맵핑(mapping)하는 것은 집중된 이미지의 본질 때문에 복잡한 측정을 필요로 한다.

상기한 종래 기술의 장치는 하나의 관측 지점에서 대체로 반구형인 장면을 감지할 수 있는 진정으로 전방향성인 결상 장치를 제공하지 못한다. 이러한 장치는 구조 재구성 또는 복잡한 구조 변환을 다 요구하지 않고, 대체로 반구형인 장면의 어떤 선택된 부분이 보여질 수 있고, 또한 그 장면이 상하좌우로 이동될 수 있는 결상 시스템을 제공하지 못한다.

발명의 상세한 설명

상기한 바와 같은 종래 기술의 결점은, 하나의 관점에서, 대체로 반구형인 장면의 이미지를 정사영으로(orthographically) 반사하도록 반사체의 초점이 하나의 관측 지점과 일치하는 곳에 배치된 절단되고 대체로 포물면 모양의 반사체를 가지는 전방향성 결상 장치인 본 발명에 의하여 대체로 개선된다. 이미지 센서는 상의 수직 반사를 수신하도록 배치된다.

본 발명의 한 실시예에서, 반사체의 표면은 대체로 원통 좌표로 표시된 식

$$z = \frac{h^2 - r^2}{2h}$$

을 따르며, 여기에서, r 은 반경 방향의 좌표이고, z 는 회전축이고, h 는 상수이다. 상기 식이 회전의 대칭 표면을 나타내기 때문에, 표면의 형상은 각 좌표 ψ 의 함수가 아니다. 반사체는 z 축에 대체로 수직하고, 포물면 반사체의 초점을 포함하는 평면에서 절단된다. 이미지 센서는 반사체의 z 축과 일치하는 광축을 따라 바람직하게 배치된다.

모범적인 배열에서, 이미지 센서는 전자 센서이고 정사영으로 반사된 이미지를 나타내는 이미지 신호를 제공한다. 이러한 이미지 신호는 디지털화되어 이미지 처리 장치로 전달된다. 이미지 처리 장치는 반구형 장면의 어떤 부분이라도 볼 수 있도록 하고, 장면의 일부를 확대하도록 하고, 그리고 특정 관측 지점에서 장면을 상하좌우로 이동시킬 수 있도록 유리하게 개조된다.

발명의 다른 모범적인 실시예는 하나의 관측 지점에서 추가의 반구형 장면의 이미지를 정사영으로 반사하도록 배치된 추가의 대체로 포물면 모양의 절단된 볼록 반사체를 포함한다. 반구형 장면과 추가의 반구형 장면은 그들의 결합이 구형 장면이 되도록 서로 보완적이다. 추가의 이미지 센서가 추가의 반사체로부터 정사영으로 반사되는 이미지를 수신하도록 배치된다.

이러한 실시예에서, 반사체와 추가의 반사체는 후면이 맞닿도록 배치되고, 광축에 정렬된 공통 z축과 공통 초점을 가진다. 각각은 공통 z축에 대체로 수직하고, 공통 초점을 포함하는 평면에서 절단된다.

본 발명의 다른 관점은 대체로 반구형인 장면을 하나의 관측 지점에서 보이는 것과 같이 나타내는 이미지를 투영하는 전방향성 이미지 투영 장치이다. 전방향성 이미지 투영 장치는 이미지로 (공간적으로 및 될 수 있는 한 일시적으로) 변화된 평행 광선을 투영하기 위하여 반구형 장면의 이미지를 가지는 투영 매체 뒤에 있는 평행 광원과, 이미지로 변화된 평행 광선을 정사영으로 반사하도록 배치된 대체로 포물면 모양의 절단된 볼록 반사체를 포함하고, 그에 따라 대체로 반구형인 장면을 투영한다.

전방향성 이미지 투영 장치의 다른 모범적인 실시예는 추가의 대체로 반구형인 장면을 하나의 관측 지점에서 보이는 것과 같이 나타내는 다른 이미지로 변화된 다른 평행 광선을 투영하기 위하여 추가의 광원과 이미지 전달 투영 매체를 포함한다. 반구형 장면과 추가의 반구형 장면은 그들의 결합이 대체로 구형 장면이 되도록 서로 보완적이다. 포물면 모양의 절단된 볼록 반사체는 추가의 반구형 장면을 투영하기 위하여 추가의 평행 광선을 정사영으로 반사하도록 배치된다. 반사체와 추가의 반사체는 후면이 맞닿도록 배치되고, 공통 광축과 공통 초점을 가진다. 각각은 광축에 대체로 수직하고, 공통 초점을 포함하는 평면에서 절단된다.

본 발명은 하나의 관측 지점에서 대체로 반구형인 장면이 이미지를 감지하는 방법을 또한 제공하며, 이러한 방법은 모범적인 실시예에서 (a) 하나의 관측 지점이 반사 표면의 초점과 일치하는 것과 같은 대체로 포물면 모양의 반사 표면에 대체로 반구형인 장면의 이미지를 정사영으로 반사하는 단계, 및 (b) 정사영으로 반사된 이미지를 감지하는 단계를 포함한다. 단계 (b)는 반사체의 광축을 따라 하나의 위치로부터 대체로 정사영으로 반사된 이미지를 감지하는 것을 포함한다.

결상 방법의 다른 모범적인 실시예에서, 정사영으로 반사된 이미지를 나타내는 이미지 신호를 제공하는 단계, 이미지 신호를 이미지 데이터로 변환하는 단계, 이미지 데이터를 직각 좌표계(cartesian coordinate system)로 변환하는 단계, 이미지 데이터를 보관하는 단계, 및 변환된 이미지 데이터와 보관된 이미지 데이터로부터 디지털 이미지를 형성하는 단계가 추가로 포함된다. 바람직하다면, 보는 방향, 초점 거리 및 이미지의 크기를 설정한 후에, 이렇게 선택된 이미지의 일부가 상기 보관 단계를 실행하기 전에 확대될 수 있다.

마지막으로, 결상 방법의 또 다른 모범적인 실시예에서, 추가의 장면에 대한 하나의 관측 지점이 추가의 반사 표면의 초점과 일치하는 것과 같은 대체로 포물면 모양의 실질적인 반사 표면에 대체로 반구형인 장면의 추가의 이미지를 정사영으로 반사하는 단계, 및 수직으로 반사된 추가의 이미지를 감지하는 단계가 추가로 포함된다.

본 발명은 대체로 반구형인 장면을 나타내는 이미지를 하나의 관측 지점에서 보이는 것과 같이 투영하는 방법을 또한 제공하며, 이러한 방법은 모범적인 실시예에서, (a) 대체로 포물면 모양의 반사 표면에 이미지로 (공간적으로 그리고 될 수 있는 한 일시적으로) 변화된 평행 광선을 투영하는 단계, 및 (b) 그 이미지에 대한 하나의 관측 지점이 정사영의 반사 표면의 초점과 일치하는 것과 같은 대체로 포물면 모양의 반사 표면에 이미지로 변화된 평행 광선을 정사영으로 반사하는 단계를 포함한다. 이미지 투영 방법의 다른 모범적인 실시예는 대체로 반구형인 추가의 장면을 나타내는 추가의 이미지로 변화된 추가의 평행 광선을 하나의 관측 지점에서 보이는 것과 같이 투영하는 단계, 및 다른 반구형 장면에 보완적인 추가의 반구형 장면을 투영하기 위하여 추가의 이미지로 변화된 추가의 평행 광선을 정사영으로 반사하는 단계를 포함한다.

도면의 요약한 설명

- 도 1a는 전방향성 결상 장치의 모범적인 실시예의 측면도이고,
- 도 1b는 포물면 모양 반사경이 투영 지지체에 의하여 이미지 센서에도 연결된 다른 실시예의 측면도이고,
- 도 2는 기관 위에 설치된 포물면 모양 반사경의 등축도이고,
- 도 3은 원통 좌표계로 변환된 포물면 모양 반사경의 부분적인 등축도이고,
- 도 4는 곡선 모양의 반사 표면으로부터의 정사영 반사를 기하학적으로 나타낸 도면이고,
- 도 5는 대체로 포물면 모양인 반사경으로부터 이미지 센서의 정사영 반사를 나타낸 도면이고,
- 도 6은 반구형 장면의 어떤 선택된 부분이 하나의 관측 지점에서 어떻게 보이는 가를 나타낸 도면이고,
- 도 7은 후면이 맞닿고 대체로 포물면 모양인 두 개의 반사경과 두 개의 이미지 센서를 가지는 전방향성 결상 장치의 측면도이고,
- 도 8은 후면이 맞닿도록 배치되고 공통 회전축과 공통 초점을 가지는 대체로 포물면 모양인 두 개의 반사경의 단면도이고,
- 도 9a는 전방향성 이미지 투영 장치의 모범적인 실시예의 측면도이고,
- 도 9b는 이미지로 변화된 평행 광선을 투영하기 위한 모범적인 실시예의 측면도이고,
- 도 10은 후면이 맞닿고 대체로 포물면 모양인 두 개의 반사경과, 대체로 반구형인 두 개의 장면에 대한 각각의 이미지로 변화된 두 개의 평행 광선을 대응하는 반사경으로 투영하기 위한 두 개의 광원과 두 개

의 투명한 이미지 전달 매체를 가지는 전방향성 이미지 투영 장치의 측면도이고,

도 11은 원통형 좌표계로 변환된 전방향성 이미지 투영 장치의 포물면 모양의 반사경의 부분적인 등축도이고,

도 12는 하나의 관측 지점에서 대체로 반구형인 장면의 이미지를 감지하고 처리하는 방법의 모범적인 실시예의 순서도이고,

도 13은 대체로 반구형인 장면을 하나의 관측 지점에서 보이는 것과 같이 나타내는 이미지를 투영하는 방법의 순서도이다.

실시예

이하, 본 발명의 모범적인 실시예가 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명된다.

도 1a는 본 발명의 모범적인 실시예에 따른 전방향성 결상 장치(100)를 예시한다. 기판(140) 위에 설치된 포물면 모양의 볼록 반사경(135)이 대체로 반구형인 장면의 이미지(130)를 정사영으로 반사하도록 배치된다. 확대 렌즈(112)와 텔레센트릭(telecentric) 렌즈 또는 텔레센트릭 구멍(aperture)(113)을 가지는 상업적으로 사용가능한 소니 3CCD 컬러 비디오 카메라 장치(Sony 3CCD color video camera device)(111)와 같은 이미지 센서(110)가 정사영으로 반사된 이미지를 수신하도록 배치된다. 텔레센트릭 렌즈(113)는 렌즈면에 수직이 아닌 모든 광선, 즉 반구형 장면의 정사영 반사의 일부를 형성하지 않는 배경 광을 제거하도록 작용한다.

비록 여기에서 가시 광선에 관하여 설명하고 있지만, 본 발명은 자외선 또는 적외선과 같은 전자기 방사선의 다른 형태에도 동일하게 적용된다.

도 1b에 도시된 발명에 따른 결상 장치(100)의 다른 모범적인 실시예에서, 포물면 모양 반사경이 길이가 긴 투명한 관과 같은 투명한 지지체(136)에 의하여 이미지 센서에 연결될 수 있다.

도 1a를 다시 참조하면, 비디오 카메라(110)는 정사영으로 반사된 이미지를 나타내는 아날로그 비디오 신호를 생성하여 케이블(150)을 통하여 내보낸다. 비디오 신호는 디지털라이저(120)에 의하여 디지털 신호로 변환되며, 이 때 디지털라이저(120)는 상업적으로 사용가능한 NTSC 비디오 신호 아날로그-디지털 변환기이다.

다음에 디지털 신호는 케이블(155)을 통하여 DEC Alpha 3000/600 워크스테이션과 같은 범용 컴퓨터(125)로 보내진다. 보다 더 상세하게 설명하면, 컴퓨터(125)는 사용자가 반구형 장면의 어떤 희망하는 부분을 볼 수 있고, 그 장면의 선택된 부분을 확대할 수 있고, 또는 어떤 희망하는 방식으로 그 장면을 상하좌우로 이동시킬 수 있도록 프로그램된다.

이미지 센서(110)는 단순히 스틸(still) 카메라 또는 일반적인 촬영 필름을 사용하는 영화 촬영 카메라일 수 있다. 이미지 센서(110)는 또한 아날로그-디지털 변환기(120)가 필요없이 컴퓨터(125)로 직접 제공될 수 있는 디지털 비디오 신호 출력을 제공할 수 있다.

도 2는 기판(140) 위에 형성되고, 기판(140)으로부터 확장된 포물면 모양 반사경(135)의 등축도를 예시한다. 반사경(135)을 포함하며, 기판(140)의 전체 표면은 은과 같이 반사가 잘 되는 금속으로 된 얇은 층(145)으로 덮여있다.

도 3은 대체로 반구형인 장면(130)의 이미지를 이미지 센서(110)로 정사영으로 반사하는 것은 물론, 포물면 모양 반사경(135)의 바람직한 지오메트리(geometry)를 보다 상세하게 예시한다. 도 3의 반사경(135)은 원통 좌표, r , ψ 및 z 로 정의되고, 대체로 식

$$z = \frac{h^2 - r^2}{2h} \quad (2)$$

를 따르며, 여기에서, z 는 회전축이고, r 은 반경 방향의 좌표이고, h 는 상수이다. z 축은 결상 배열의 광축과 일치하고, 식(1)에 의하여 정의된 포물면의 초점(315)은 좌표계의 원점과 일치한다. 도 3의 반사경(135)은 z 축(310)에 대체로 수직하고, 그 포물면의 표면의 초점(315)을 포함하는 평면(p)에서 절단된다.

모든 입력되는 광선(305)은 초점(315)을 지나가지 않고 반사 포물면의 표면에 의하여 이미지 센서(110)를 향하여 정사영으로 반사된다. 따라서, 초점(315)은 대체로 반구형인 장면(130)이 보이는 하나의 관측 지점과 일치한다. 이미지 센서(110)는 결상 시스템의 광축(310)을 따라 배치되고, 그 감광성 표면은 광축에 수직이다.

원근 투영을 제공하는 곡선 모양의 표면으로부터의 반사가 다수의 관측 지점을 필요로 한다는 것은 종래 기술에서 잘 알려진 것이기 때문에, 하나의 관측 지점에서 대체로 반구형인 장면을 볼 수 있도록 하는 정사영 반사의 사용이 본 발명의 미점이다.

정사영 반사가 하나의 관측 지점에서 볼 수 있도록 한다는 것은 도 4를 참조하여 설명될 수 있다. 도

4에서, z 와 r 은 각 좌표에서 주어진 값 ψ 에 대한 수직 원통 좌표이다. 입력되는 광선(405)의 θ 축에 관련된 각은 θ 이다. 입력 광선(405)은 반사 표면(415)에 의하여 출력 광선(410)으로 정사영 반사된다.

하나의 관측 지점을 가지기 위하여, 어떠한 입력 광선도

$$\tan(\theta) = z/r \quad (3)$$

를 만족하여야 하고, 정사영 반사를 위하여 모든 광선은 각

$$\alpha = \pi / 2 \quad (4)$$

에서 반사되어야 하며, 여기에서 α 는 출력 광선(410)과 축 사이의 각이다. 만족되어야 하는 두 개의 조건과 반사각과 같은 입사각에 대해서, 반사 광선(410)과 반사점에서 표면의 법선 사이의 각(β)은

$$\beta = \frac{\alpha - \theta}{2} \quad \text{또는} \quad \beta = \frac{\pi - 2\theta}{4} \quad (5)$$

와 같아야 하고, 이것은 또한

$$\tan 2\beta = \frac{\tan \alpha - \tan \theta}{1 + \tan \alpha \tan \theta} = \frac{2 \tan \beta}{1 - \tan^2 \beta} \quad (6)$$

로 표현될 수 있다.

마지막으로, 반사점에서의 $R-R$ 평면에 대한 반사 표면의 기울기는

$$z\text{-prime} = \frac{dz}{dr} = -\tan \beta \quad (7)$$

이다.

(6)과 (4)를 (5)로 대입하면

$$\frac{-2 \frac{dz}{dr}}{1 - \left(\frac{dz}{dr}\right)^2} = \frac{r}{z} \quad (8)$$

가 산출된다.

식(7)의 미차 방정식은 $\frac{dz}{dr}$ 에 대한 두 개의 해를 얻고, 오른쪽 사분면에서의 곡선의 기울기가 음수가 되기 때문에, 즉 표면이 볼록하기 때문에 반사 표면에 의한 자기 차단을 제거함으로써 해결될 수 있다. 그 결과는

$$\frac{dz}{dr} = \frac{z}{r} \sqrt{1 + \left(\frac{z}{r}\right)^2} \quad (10)$$

이다.

만약 $a = z/r$ 이면, 상기 표현식은

$$a + \sqrt{1 + a^2} = \frac{h}{r}$$

로 축소되며, 여기에서 h 는 적분 상수이다. $z=ra$ 를 식(9)로 대입하면 식(1)이 산출된다.

따라서, 곡선이 존재하고, 이러한 곡선은 z 축에 대하여 회전될 때 하나의 관측 지점에서 대체로 반구형인 장면의 정사영 반사를 허용하는 표면을 생성한다. 이러한 곡선은 식(1)에 의하여 정의된 포물선으로, 포물선의 초점(420)과 일치하는 하나의 관측 지점을 가진다.

하나의 관측 지점에서 대체로 반구형인 장면을 볼 수 있도록 하는 것 외에, 본 발명에 따른 전방향성 결상 장치는 하나의 관측 지점에 관하여 모두, 그리고 이미지 개조 또는 복잡한 구조 변경을 필요로 하지 않고, 그 장면의 어떠한 영역이라도 볼 수 있도록 하고, 선택된 부분을 확대할 수 있고, 그리고 어떠한 방식으로 그 장면을 상하좌우로 이동시킬 수가 있다.

도 5는 대체로 반구형인 장면의 일부가 이미지 센서에 의하여 하나의 관측 지점에서 어떻게 보이는가를 설명한다. 절단되고 볼록하고 대체로 포물면 모양인 반사경(135)이 직각 좌표계로 변환된다. 결상 배열의 광축(502)은 z 축과 일치하고, 대체로 포물면인 반사경(135)은 원점에 위치한다. 보여질 장면(300)의 일부로부터 입력되는 광선(505, 510)은 점(515 및 520)에서의 반사 표면을 교차하고, 이것은 각각의 x 및 y 좌표에 의하여 정의될 수 있다. 점(515 및 520)은 가상의 광선(516 및 521)을 따라 각각 놓여 있고, 이러한 점은 그 장면의 관측 지점, 즉 포물면 반사경의 초점(501)에서 시작한다. 이러한 광선은 z 축에 수직인 빛에 민감한 평면의 표면을 가지는 이미지 센서(110)를 향하여 정사영으로 반사되기 때문에, 투영된 광선은 동일한 각각의 x 및 y 좌표에서 빛에 민감한 표면을 교차할 것이다. z 축만 이 변할 것이다. 따라서, 정사영으로 투영되는 광선의 반사경(135)에서의 교차점의 x - y 좌표와 정사영으로 투영된 광선이 이미지 센서(110)의 빛에 민감한 평면의 표면을 교차하는 점의 x - y 좌표 사이에는 일대일의 대응이 있다.

바람직한 배열에서, 이미지 센서(110)는 빛을 감지하는 소자들의 배열을 가지는 2차원-전하결합소자(CCD) 이미지 센서를 포함한다. 따라서, 일대일 대응에 의하여, x - y 좌표의 특정 범위를 격자(grid)로 형성하는 전하결합소자 셀에 의하여 생성된 이미지 신호는 동일 범위의 x - y 좌표 내

의 점에서 반사 표면(135)로부터 정사영으로 반사되는 광선을 나타낸다. 결국, 이미지의 맵핑은 본 기술 분야에서 숙련된 자에게는 간단한 일이다.

상기한 일대일 대응을 사용하여, 도 6은 대체로 반구형인 장면의 어떤 선택된 부분을 확대하는 기술을 설명한다. 반사경(135)은 도 5에서와 같은 방식으로 직교의 x , y 및 z 축에 관하여 배치된다. 점(550)을 중심으로 하는 주변 장면의 특정 크기로 선택된 영역 이미지의 초점 거리(f)에서 확대하기 위하여, 그 장면의 선택된 영역을 투영하는 반사 표면의 영역과 동일한 범위의 x - y 좌표에 위치한 전하결합소자 셀의 이미지 신호만이 확대 및 관측을 위해 선택된다.

보다 상세하게, 그 장면의 선택된 영역 내에 있는 점(570)에 대한 적당한 빛의 강도를 결정하기 위하여, 지점(580)에 위치하는 전하결합소자 셀에 의하여 생성된 빛의 강도 신호가 선택된다. 도 6에 도시되어 있듯이, 점(570)과 초점(551) 사이에 도시된 선분은 점(552)에서 반사경(135)과 교차한다. 점(570)에서의 빛의 강도는 점(552)의 x - y 좌표와 가장 가까운 격자 이미지의 x - y 좌표에 위치하는 지점(580)에서의 전하결합소자 셀에 의하여 생성되는 이미지 신호에 의하여 나타나는 빛의 강도와 같게 설정된다. 그 장면의 선택된 영역을 투영하는 반사 표면의 영역과 동일한 x - y 좌표의 범위 내에 있는 전하결합소자 셀에 대해서도 동일하다. 상기한 정사영 반사와 일대일 대응의 결과로서, 이미지 개조 또는 복잡한 구조 변환이 필요하지 않게 된다. 범용 컴퓨터(125)는 본 기술 분야에서 숙련된 자에 의하여 하나의 관측 지점에서 반구형 장면의 어떤 영역을 관측할 수 있도록 하고, 또한 그 영역의 확대된 이미지를 제공하기 위하여 어떤 특정 영역을 확대할 수 있도록 하는 상기 단계를 수행하도록 쉽게 프로그램되어 질 수 있다. 게다가, 반사경을 따라서 연속적인 점을 지정함으로써, 하나의 관측 지점에서 그 장면을 보고 있는 것과 같이 상하좌우로 이동될 수가 있다.

상기한 실시예에서, 장면의 보다 작은 영역을 확대하기 때문에 컴퓨터(125)로 정보를 제공하는 전하결합소자 셀의 수가 감소되고, 따라서 보이는 이미지의 입도(granularity)가 증가된다는 것은 명백하다. 바람직한 실시예에서, 전하결합소자 셀에 정확하게 일치하지 않는 그 장면 내의 점에 대한 정보는 보간법에 의하여 보다 더 접근된다. 컴퓨터(125) 상에서 실행될 수 있는 바람직한 보간 프로그램의 소스 코드는 [표 1]과 같다.

[표 1]과 같은 프로그램은 감지된 전방향성 이미지를 컴퓨터(125) 상에 표시하기에 적합한 통상의 투영 이미지로 맵핑할 것이다. 프로그램은 사용자가 이를, 중심 위치, 그리고 변환될 전방향성 이미지의 반경을 입력하기를 요구한다. 프로그램은 또한 초점 거리 및 투영 이미지에 대한 크기는 물론 생성된 투영 이미지에 대한 이를 입력을 요구한다.

따라서, 전하결합소자 셀에 정확하게 일치하지 않는 이미지의 영역을 나타내는 가장 가까운 전하결합소자 셀에 의하여 생성된 이미지 신호를 단순히 선택하는 대신에, 그러한 장면 영역에 대한 이미지가 그 장면에 이속하는 영역과 일치하는 전하결합소자 셀에 의하여 생성된 이미지 신호의 적당한 평균에 기초하여 상기한 프로그램에 의하여 평가된다. 물론, 다항식(polynomial) 또는 시간 정합(temporal matching)에 기초한 것과 같이, 본 기술 분야에서 숙련된 자들에게 알려진 보다 복잡한 보간 프로그램이 여기 청구항에 의하여 한정된 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 사용될 수 있다.

본 발명의 다른 모범적인 실시예에서, 전방향성 결상 장치는 도 7에 도시되어 있듯이 대체로 포물면 모양의 추가의 반사경(735)을 포함한다. 추가의 반사경은 함께 구형 장면을 구성하도록 반구형 장면(130)을 보완하는 추가의 반구형 장면(730)의 이미지를 정사영으로 투영하도록 배치된다. 추가의 이미지 센서(710)는 추가의 반사경(735)에 의하여 정사영으로 투영되는 이미지를 수신하도록 배치된다.

추가의 반사경(735)의 정사영 반사를 나타내는 이미지 신호는 상기한 바와 같은 방법으로 변환기(720)에 의하여 디지털 신호로 변환되고, 선(725)을 통하여 동일한 범용 컴퓨터(125)로 전달된다.

도 8에 도시되어 있듯이, 반사경(135 및 735)은 후면이 맞닿도록 배치되고, 결상 장치의 광축인 공통 회전축(810)과 공통 초점(805)을 공유하고, 회전축(810)에 대체로 수직하고 초점(805)을 포함하는 평면(p)에서 각각 절단된다.

도 9a는 하나의 관측 지점에서 보이는 것과 같이 대체로 반구형인 장면을 나타내는 이미지를 투영하기 위한 본 발명에 따른 전방향성 이미지 투영 장치의 모범적인 실시예를 예시한다. 전방향성 이미지 투영 장치는 평행 광원(910), 대체로 반구형인 장면의 이미지를 전달하는 투명 매체(920)를 포함한다. 투명한 이미지 전달 매체는 상기한 전방향성 결상 장치에 의하여 생성된 촬영용 투명슬라이드(photographic transparency)일 수 있고, 또는 대체로 반구형인 장면의 정지화상 또는 동화상을 전달하는 투명한 액정 표시 장치(LCD)일 수 있다.

광원(910)은 투명 매체(920) 상에 공간적으로 (또한 될 수 있는 한 일시적으로) 이미지로 변환된 평행 광선(940)을 생성하기 위하여 투명한 이미지 전달 매체(920)를 통하여 평행 광선(940)을 투영한다. 대체로 포물면 모양인 반사경(930)은 본 발명의 실시예에서 도 2 및 도 3을 참조하여 상기에서 설명된 거울이고, 대체로 반구형인 장면을 투영하기 위하여 광선(940)으로 변환된 평행 이미지를 정사영으로 반사하도록 배치된다.

도 9b에 도시되어 있는 본 발명에 따른 투영 시스템의 다른 모범적인 실시예에서, 평행 광원 및 투명한 이미지 전달 매체는 범용 컴퓨터(970)에 의하여 제어되는 비디오 프로젝션 시스템(video projection system)(960)에 의하여 대체된다. 비디오 프로젝션 시스템(960)은 바람직한 이미지 정보로 변환된 평행 광선(940)을 생성한다. 이 때문에, 컴퓨터(970)는 프로젝션 시스템(960)으로부터 방사된 빛(940)의 강도 분배를 제어할 수 있다.

본 발명에 따른 전방향성 이미지 투영 장치의 다른 모범적인 실시예는, 도 10에 도시되어 있듯이, 대체로 반구형인 추가의 장면을 나타내는 추가의 이미지를 유지하는 추가의 투명한 이미지 전달 매체(1020) 및 대체로 포물면 모양인 추가의 반사경(1030)을 포함한다. 대체로 반구형인 장면과 대체로 반구형인 추가의 장면은 둘의 조합이 구형 장면이 되도록 서로 보완된다.

대체로 포물면 모양인 추가의 반사경(1030)은 추가의 평행 광선(1040)을 정사영으로 반사하도록 배치되

고, 그로 인하여 추가의 반구형 장면을 투영한다.

두 개의 반사경은 후면이 맞닿도록 배치되고, 도 8에 도시된 바와 같이 공통 회전축과 공통 초점을 공유한다. 각각은 공통 회전축에 대체로 수직하고 공통 초점을 포함하는 평면에서 절단된다.

도 12를 참조하여, 본 발명의 모범적인 실시예에 따라 대체로 반구형인 또는 하나의 관측 지점에서의 구형인 장면의 이미지를 감지하는 방법을 설명하는 순서도가 도시되어 있다. 순서도(1200)에는 하나의 관측 지점에서 반구형 장면을 감지하는데 필요한 단계가 도시되어 있다. 그 방법은 대체로 반구형인 장면을 정사영으로 반사하는 단계(1210)와 정사영으로 반사된 이미지를 감지하는 단계(1220)를 필요로 한다.

그 방법은 이미지 신호를 이미지 신호 데이터로 변환하는 단계(1230), 이미지 데이터를 직각 좌표계로 맵핑하는 단계(1240), 누락된 이미지 데이터에 대한 근사값을 추출하기 위하여 보간하는 단계(1260), 그리고 맵핑된 이미지 데이터와 보간된 이미지 데이터로부터 디지털 이미지를 형성하는 단계(1270)를 추가로 포함할 수 있다. 유리하게, 관측 방향, 초점 거리 및 이미지 크기를 설정하는 단계(1245)와 이미지 데이터의 선택된 영역을 확대하는 단계(1250)가 보간 단계 전에 수행될 수 있다.

마지막으로, 도 13은 본 발명의 모범적인 실시예에 따라 하나의 관측 지점에서 보이는 것 같이 대체로 반구형인 장면을 나타내는 이미지를 투영하는 방법의 순서도를 예시한다. 그 방법은 이미지로 변환된 평행 광선을 투영하는 단계(1310)와 이미지에 대한 하나의 관측 지점이 반사 표면의 초점과 일치하는 것과 같은 방식으로 대체로 포물면 모양인 반사 표면 상에 평행 광선을 정사영으로 반사시키는 단계(1320)를 포함한다.

그 방법은 하나의 관측 지점에서 보이는 것 같이 대체로 반구형인 추가의 장면을 나타내는 추가의 이미지로 변환된 추가의 평행 광선으로 투영하는 단계(1330)와 대체로 반구형인 추가의 장면을 재현하기 위하여 추가의 평행 광선을 정사영으로 반사하는 단계(1340)를 더 포함한다.

따라서, 본 발명은 움직이는 부분을 가지고 있지 않은 하나의 관측 지점에서의 대체로 반구형인 장면의 이미지를 감지하는 전방향성 결상 장치를 제공한다. 본 발명의 장치는 이미지의 질을 개선시키고, 복잡한 이미지 개조 또는 복잡한 구조 변환없이 장면의 어떤 영역이든 확대할 수 있고, 그 장면을 상하좌우로 이동시킬 수 있도록 하기 위하여 정사영 반사를 사용한다.

본 발명은 하나의 관측 지점에서 보이는 것 같이 대체로 반구형인 장면을 나타내는 이미지를 투영할 수 있는 전방향성 이미지 투영 장치를 또한 제공한다.

상기한 설명은 본 발명에 포함된 원리를 단순히 예시하고 있다. 본 발명의 다른 변형이 본 기술 분야에서 숙련된 자에게는 명백할 것이고, 본 발명의 범위는 후술되는 특허청구범위에 나타나는 것에 의해서만 제한된다.

[附 1]

```
compute_image.c

#include "stdlib.h"
#include "imageutil.h"
#include "stdio.h"
#include "math.h"

/* int main(int argc, char **argv) */
main(argc,argv)
int argc;
char *argv[];
{

    double sqrt(), atan(), sin(), cos(), acos();
    unsigned char *r, *g, *b;
    unsigned char *red;
    unsigned char *green;
    unsigned char *blue;
    int xsize, ysize;
    int xosize, yosize;
    int i, j, x0, y0, x1, y1;
    double theta, phi;
    double ox, oy, oz;
    double px, py, pz;
    double qx, qy, qz;
    double tempx, tempy, tempz;
    double sx, sy, sz;
    double rad, mag;
    double xs, ys, zs;
    double dispx, dispy;
    int xcent, ycent, xnew, ynew, xpix, ypix, xpoint,
ypoint;
    int xpixel, ypixel, indexx, indexy, xcenter, ycenter;
    float radius, focal;
```

```

/* printf("completed initializations\n\n"); */
if(argc != 4) {
    printf("arguments: xcenter, ycenter, radius\n");
    exit(0);
}

printf("\n");

xcent = atoi(argv[1]);
ycent = atoi(argv[2]);
radius = atof(argv[3]);

printf("omni-image: xcenter = %d ycenter = %d\n",
radius = %f\n\n",
xcent, ycent, (float)radius);

printf("input view pixel (xmove1 ymove1): ");
scanf("%d %d", &xnew, &ynew);
printf("\n");

printf("selected view pixel: xnew = %d ynew = %d\n", xnew, ynew);

printf("input new image parameters (xpixels ypixels focal): ");
scanf("%d %d %f", &xpix, &ypix, &focal);
printf("\n");

printf("output image: xpixels = %d ypixels = %d\n",
focal = %f\n\n",
xpix, ypix, (float)focal);

loadPPM("test.ppm", &r, &g, &b, &xsize, &ysize);

printf("loaded omni-image file\n\n");

```

```

xsize = xpix;
ysize = ypix;

/* printf("set new img size, xsize = %d, ysize = %d\n\n", xsize, ysize); */

red = (unsigned char*)malloc(xsize * ysize *
sizeof(unsigned char));
green = (unsigned char*)malloc(xsize * ysize *
sizeof(unsigned char));
blue = (unsigned char*)malloc(xsize * ysize *
sizeof(unsigned char));

printf("allocated memory for new image file\n\n");

xcenter = xcent;
ycenter = ycent;

xpoint = ynew - ycent;
ypoint = xnew - xcent;

tempx = (double)xpoint;
tempy = (double)ypoint;
tempz = (radius*radius - (tempx*tempx +
tempy*tempy))/(2*radius);

ox = tempx/sqrt(tempx*tempx + tempy*tempy +
tempz*tempz);
oy = tempy/sqrt(tempx*tempx + tempy*tempy +
tempz*tempz);
oz = tempz/sqrt(tempx*tempx + tempy*tempy +
tempz*tempz);

/* computed optical (z) axis */

tempx = -oy;

```

```

tempy = ox;
tempz = 0;

px = tempx/sqrt(tempx*tempx + tempy*tempy +
tempz*tempz);
py = tempy/sqrt(tempx*tempx + tempy*tempy +
tempz*tempz);
pz = tempz/sqrt(tempx*tempx + tempy*tempy +
tempz*tempz);

/* computed horizontal axis */

tempx = py*oz - pz*oy;
tempy = pz*ox - px*oz;
tempz = px*oy - py*ox;

qx = tempx/sqrt(tempx*tempx + tempy*tempy +
tempz*tempz);
qy = tempy/sqrt(tempx*tempx + tempy*tempy +
tempz*tempz);
qz = tempz/sqrt(tempx*tempx + tempy*tempy +
tempz*tempz);

/* computed vertical axis */

printf("computed perspective image frame\n\n");

/* raster scan perspective image plane */

for(i=0;i<ypix;i++){
    dispy = (double)i - (double)ypix/2;
    for(j=0;j<xpix;j++){

        dispix = (double)xpix/2 - (double)j;

        sx = ox * focal + px * dispix + qx * dispy;

```

```

sy = oy * focal + py * dispx + qy * dispy;
sz = oz * focal + pz * dispx + qz * dispy;

mag = sqrt(sx*sx + sy*sy + sz*sz);

sx = sx/mag;
sy = sy/mag;
sz = sz/mag;

/* computed vector in direction of current pixel
*/

phi = atan2(sy,sx);
theta = acos(sz/sqrt(sx*sx + sy*sy + sz*sz));

/* converted vector to polar coordinates */

rad = 2*radius*(1-cos(theta))/(1-cos(2*theta));

/* found radius of intersection on parabola */

xs = rad*sin(theta)*cos(phi);
ys = rad*sin(theta)*sin(phi);
zs = rad*cos(theta);

/* found x, y, z coordinates on paraboloid */

/* printf("xs = %f ys = %f zs = %f\n\n", (float)xs,
(float)ys, (float)zs); */
/* use xs,ys to read from input image and save in
output image */

/* check if image point lies outside parabolic
image */

if(sqrt(xs*xs + ys*ys) > radius){

```

```

        red[i * xpix + j] = 255;
        green[i * xpix + j] = 255;
        blue[i * xpix + j] = 255;
    }

    else{

        indexx = (int)ys + xcenter;
        indexy = (int)xs + ycenter;

/*      printf("one pixel\n\n"); */

/* write closest color value into pixel */

        red[i * xpix + j] = r[indexy * xsize +
indexx];
        green[i * xpix + j] = g[indexy * xsize +
indexx];
        blue[i * xpix + j] = b[indexy * xsize +
indexx];
    }
}

printf("computed perspective image\n\n");

savePPM("out.ppm", red, green, blue, xpix, ypix);

printf("saved new image file\n\n");

system("xv out.ppm &");

free(r);
free(g);
free(b);

free(red);
free(green);
free(blue);

printf("freed allocated memory\n\n");

return 0;
}

```

(57) 청구의 범위

청구항 1. 하나의 관측 지점에서 대체로 반구형인 장면의 이미지를 감지하는 전방향성 결상 장치(omnidirectional imaging apparatus)에 있어서,

a) 대체로 반구형인 장면의 이미지를 정사영으로 반사하도록 배치된 대체로 포물면 모양의 절단된 볼록 반사경- 여기서 포물면 반사경 은 상기 하나의 관측 지점과 일치하는 초점을 가짐- ; 및

b) 상기 이미지의 정사영 반사를 수신하도록 배치된 이미지 센서

를 포함하는 전방향성 결상 장치.

청구항 2. 제1항에 있어서, 상기 이미지 센서가 전하 결합 소자(charged coupled device) 이미지 센서를 포함하는 전방향성 결상 장치.

청구항 3. 제1항에 있어서, 상기 이미지 센서가 촬영 필름을 포함하는 전방향성 결상 장치.

청구항 4. 제1항에 있어서, 상기 이미지 센서가 비디오 카메라를 포함하는 전방향성 결상 장치.

청구항 5. 제1항에 있어서,

상기 반사경이 대체로 포물면인 거울을 포함하고, 상기 포물면의 표면이 원통 좌표로 표현된 아래의 관계식

$$z = \frac{h^2 \cdot r^2}{2h}$$

여기서 z는 상기 표면의 회전축,

r은 반경 방향의 좌표,

h는 상수임

을 대체로 따르는

전방향성 결상 장치.

청구항 6. 제1항에 있어서,

상기 반사경이 회전축을 가지고,

상기 회전축에 대체로 수직하고 상기 반사경의 초점을 포함하는 평면에서 절단된 거울을 포함하는 전방향성 결상 장치.

청구항 7. 제1항에 있어서, 상기 이미지 센서가 상기 반사경의 회전축을 따라 배치되는 전방향성 결상 장치.

청구항 8. 제1항에 있어서, 상기 반사경과 상기 이미지 센서의 상대적인 위치를 유지하기 위하여 상기 반사경을 상기 이미지 센서에 연결하는 투명 지지체를 추가로 포함하는 전방향성 결상 장치.

청구항 9. 제1항에 있어서,

상기 이미지 센서가 정사영으로 반사된 이미지를 나타내는 이미지 신호를 제공하고,

상기 이미지 센서에 연결되어, 상기 이미지 신호를 이미지 신호 데이터로 변환하고 상기 이미지 신호 데이터를 직각 좌표계(cartesian coordinate system)로 맵핑(mapping)하는 이미지 신호 처리 장치

를 추가로 포함하는 전방향성 결상 장치.

청구항 10. 제9항에 있어서,

상기 이미지 신호 처리 장치가 보관된 이미지 데이터를 제공하는 보관 수단을 추가로 포함함으로써 상기 보관된 이미지 데이터와 상기 이미지 신호 데이터가 디지털 이미지를 형성하도록 결합되는

전방향성 결상 장치.

청구항 11. 제10항에 있어서,

상기 이미지 처리 장치가 상기 디지털 이미지의 미리 선택된 부분을 확대하는 수단을 추가로 포함함으로써, 미리 설정된 초점 거리에서 상기 미리 선택된 부분의 확대된 상을 제공하는

전방향성 결상 장치.

청구항 12. 제1항에 있어서,

상기 이미지 센서와 상기 반사경을 광학적으로 연결하고, 상기 이미지 센서와 상기 반사경 사이에 배치되는 적어도 하나의 렌즈

를 추가로 포함하는 전방향성 결상 장치.

청구항 13. 제12항에 있어서, 상기 적어도 하나의 렌즈 중 하나가 텔레센트릭 렌즈(telecentric lens)인 전방향성 결상 장치.

청구항 14. 제12항에 있어서,

상기 이미지 센서와 상기 반사경을 광학적으로 연결하고, 상기 이미지 센서와 상기 반사경 사이에 배치되는 텔레센트릭 구멍(aperture)

를 추가로 포함하는 전방향성 결상 장치.

청구항 15. 제1항에 있어서,

상기 하나의 관측 지점에서 추가의 반구형 장면의 이미지를 정사영으로 반사하도록 배치된 추가의 대체로 포물면 모양의 절단된 볼록 반사경- 여기서 상기 반구형 장면과 상기 추가의 반구형 장면이 서로 보

완전적이어서 상기 반구형 장면과 상기 추가의 반구형 장면의 결합이 대체로 구형 장면임- ; 및
상기 추가의 반구형 장면의 이미지의 정사영 반사를 수신하도록 배치된 추가의 이미지 센서
를 추가로 포함하는 전방향성 결상 장치.

청구항 16. 제15항에 있어서,

상기 반사경과 추가의 반사경은 후면이 맞닿도록 배치되고, 공통 광축과 공통 초점을 가지며,
각 반사경은 상기 광축에 대체로 수직하고 상기 공통 초점을 포함하는 평면에서 절단된 거울을 포함하는
전방향성 결상 장치.

청구항 17. 하나의 관측 지점에서 보이는 대체로 반구형인 장면을 나타내는 이미지를 투영하는 전방
향성 이미지 투영 장치(omnidirectional image projection apparatus)에 있어서,

a) 상기 이미지로 변화된 평행 광선으로 이미지를 투영하는 수단; 및

b) 상기 이미지로 변화된 평행 광선을 정사영으로 반사하여 상기 대체로 반구형인 장면을 투영하도록 배
치된 대체로 포물면 모양의 절단된 볼록 반사경

을 포함하는 전방향성 이미지 투영 장치.

청구항 18. 제17항에 있어서,

상기 이미지를 투영하는 수단이 상기 대체로 반구형인 장면의 이미지를 전달하는 투명 매체 및 평행 광
원을 포함하고,

상기 매체가 상기 평행 광원과 상기 반사경 사이에 배치되는

전방향성 이미지 투영 장치.

청구항 19. 제18항에 있어서, 상기 투명 매체가 촬영용 투명슬라이드(photographic transparency)인
전방향성 이미지 투영 장치.

청구항 20. 제18항에 있어서, 상기 투명 매체가 액정 표시 장치인 전방향성 이미지 투영 장치.

청구항 21. 제17항에 있어서, 상기 이미지를 투영하는 수단이 컴퓨터와 비디오 프로젝터를 포함하는
전방향성 이미지 투영 장치.

청구항 22. 제17항에 있어서,

상기 반사경이 대체로 포물면인 거울을 포함하고, 상기 포물면의 표면이 원통 좌표로 표현된 아래의 관
계식

$$z = \frac{h^2 - r^2}{2h}$$

여기서 z는 상기 표면의 회전축,

r은 반경 방향의 좌표,

h는 상수임

을 대체로 따르는

전방향성 이미지 투영 장치.

청구항 23. 제17항에 있어서,

상기 반사경이 회전축 및 초점을 가지고, 상기 회전축에 대체로 수직하고 상기 반사경의 초점을 포함하
는 평면에서 절단된 거울을 포함하는

전방향성 이미지 투영 장치.

청구항 24. 제17항에 있어서,

추가의 이미지로 변화된 추가의 평행 광선으로 상기 추가의 이미지를 투영하는 수단- 여기서 추가의 이
미지는 하나의 관측 지점에서 보이는 대체로 반구형인 추가의 장면을 나타내고, 상기 반구형 장면과 추
가의 반구형 장면이 서로 보완적이어서 상기 반구형 장면과 추가의 반구형 장면의 결합이 대체로 구형
장면임- ; 및

상기 추가의 이미지로 변화된 상기 추가의 평행 광선을 정사영으로 반사하여 상기 대체로 반구형인 추가
의 장면을 투영하도록 배치된 추가의 대체로 포물면 모양의 절단된 볼록 반사경

을 추가로 포함하는 전방향성 이미지 투영 장치.

청구항 25. 제24항에 있어서,

상기 반사경과 추가의 반사경은 후면이 맞닿도록 배치되고, 공통 회전축과 공통 초점을 가지며,

각 반사경은 상기 공통 회전축에 대체로 수직하고 상기 공통 초점을 포함하는 평면에서 절단된 거울을
포함하는

전방향성 이미지 투영 장치.

청구항 26. 하나의 관측 지점에서 대체로 반구형인 장면의 이미지를 감지하는 전방향성 결상 방법에 있어서,

a) 상기 대체로 반구형인 장면의 이미지를 대체로 포물면 모양인 반사 표면 상에 정사영으로 반사시키는 단계- 여기서 상기 장면의 하나의 관측 지점이 상기 반사 표면의 초점과 일치함- ; 및

b) 상기 정사영으로 반사된 이미지를 감지하는 단계

를 포함하는 전방향성 결상 방법.

청구항 27. 제26항에 있어서, 상기 b) 단계가 상기 반사경의 회전축을 따라서 한 위치로부터 대체로 정사영으로 반사된 이미지를 감지하는 단계를 포함하는 전방향성 결상 방법.

청구항 28. 제27항에 있어서,

상기 정사영으로 반사된 이미지를 나타내는 이미지 신호를 제공하는 단계;

상기 이미지 신호를 이미지 신호 데이터로 변환하는 단계; 및

상기 이미지 신호 데이터를 직각 좌표계로 맵핑하는 단계

를 추가로 포함하는 전방향성 결상 방법.

청구항 29. 제28항에 있어서,

누락된 이미지 데이터에 대한 근사값을 정의하기 위하여 상기 이미지 신호 데이터를 보간하는 단계; 및

상기 맵핑된 이미지 데이터와 상기 보간된 이미지 데이터로부터 디지털 이미지를 형성하는 단계

를 추가로 포함하는 전방향성 결상 방법.

청구항 30. 제29항에 있어서,

상기 디지털 이미지의 미리 선택된 부분을 확대하여 미리 설정된 초점 거리에서 상기 미리 선택된 부분의 확대된 이미지를 얻는 단계;

누락된 이미지 데이터에 대한 근사값을 정의하기 위하여 상기 이미지 데이터를 보간하는 단계; 및

상기 맵핑된 이미지 데이터와 상기 보간된 이미지 데이터로부터 디지털 이미지를 형성하는 단계

를 추가로 포함하는 전방향성 결상 방법.

청구항 31. 제27항에 있어서,

대체로 반구형인 추가의 장면의 추가의 이미지를 정사영으로 반사하는 단계; 및

상기 정사영으로 반사된 추가의 이미지를 감지하는 단계

를 추가로 포함하는 전방향성 결상 방법.

청구항 32. 하나의 관측 지점에서 보이는 대체로 반구형인 장면을 나타내는 이미지를 투영하는 방법에 있어서,

a) 이미지로 변환된 평행 광선으로 상기 이미지를 투영하는 단계; 및

b) 대체로 포물면 모양인 반사 표면 상에서 상기 평행 광선을 정사영으로 반사하는 단계- 여기서 상기 이미지의 하나의 관측 지점이 상기 반사 표면의 초점과 일치함-

를 포함하는 이미지를 투영하는 방법.

청구항 33. 제32항에 있어서,

하나의 관측 지점에서 보이는 대체로 반구형인 추가의 장면을 나타내는 추가의 이미지를 추가의 평행 광선으로 투영하는 단계; 및

상기 대체로 반구형인 추가의 장면을 재현하기 위하여 상기 추가의 평행 광선을 정사영으로 반사하는 단계

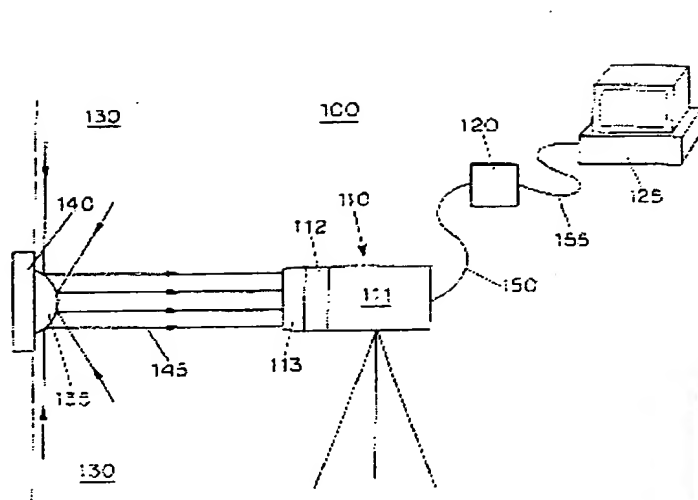
를 추가로 포함하는 이미지를 투영하는 방법.

청구항 34. 제32항에 있어서, 상기 투영 단계가 상기 이미지를 전달하는 하나의 촬영용 투명슬라이드를 통하여 상기 이미지로 변환된 평행 광선을 투영하는 단계를 포함하는 이미지를 투영하는 방법.

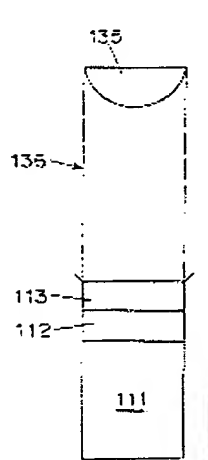
청구항 35. 제32항에 있어서, 상기 투영 단계가 액정 표시 장치를 통하여 평행 광선을 투영하는 단계를 포함하는 이미지를 투영하는 방법.

도면

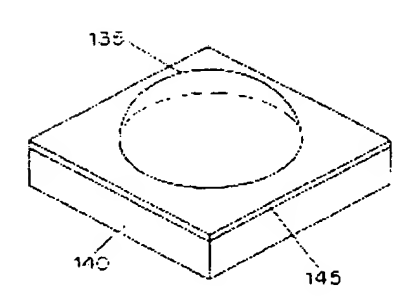
도면1a



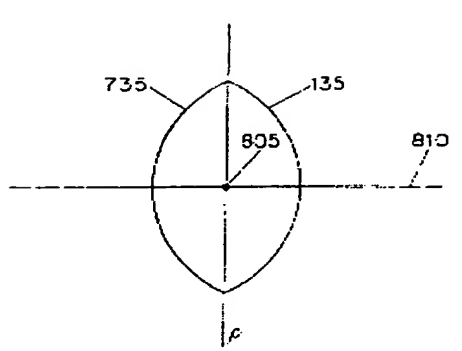
도면1b



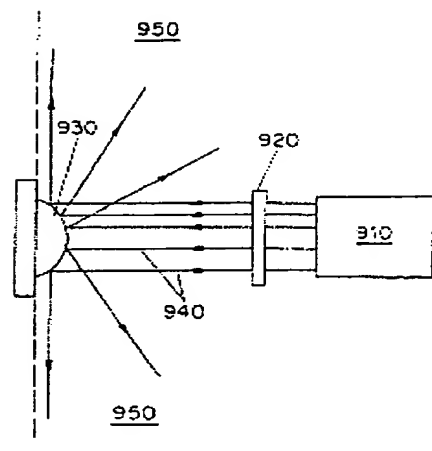
도면2



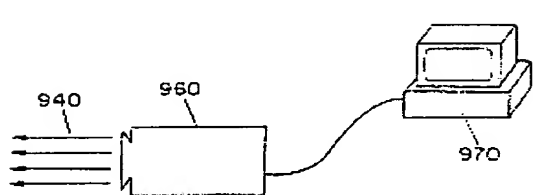
도 28



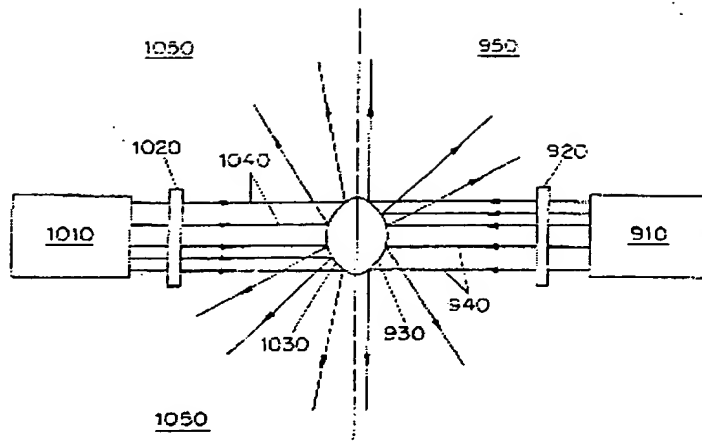
도 28a



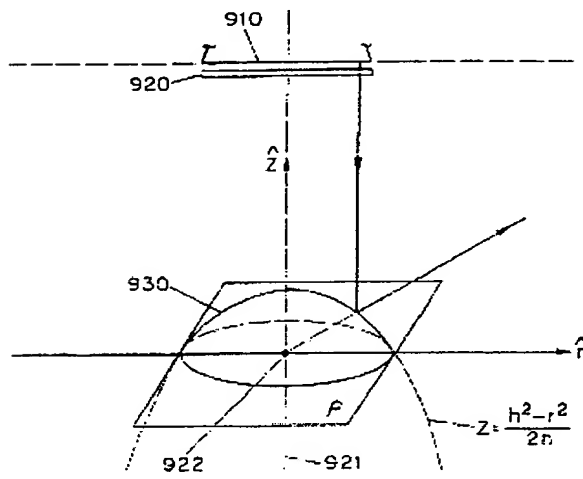
도 28b



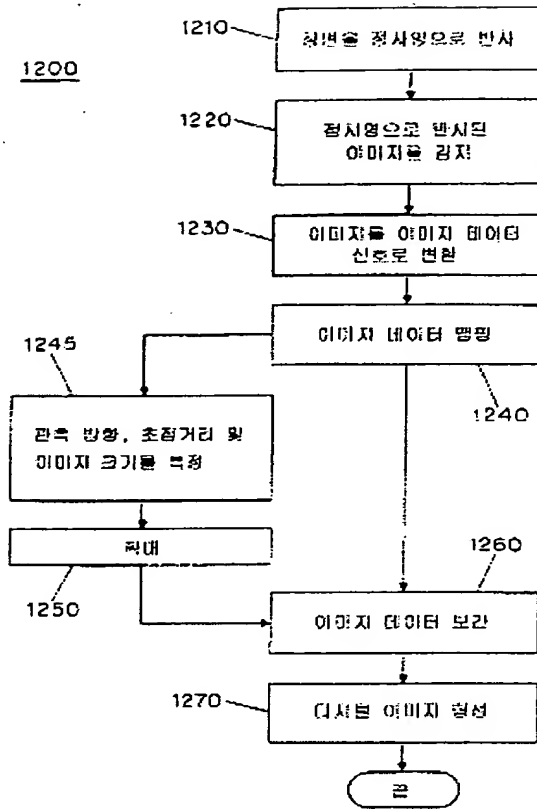
도면10



도면11



도면 12



도면 13

1300

